

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-129487

(43)Date of publication of application : 10.05.1994

(51)Int.Cl.

F16F 15/03  
G05D 19/02

(21)Application number : 04-273985

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 13.10.1992

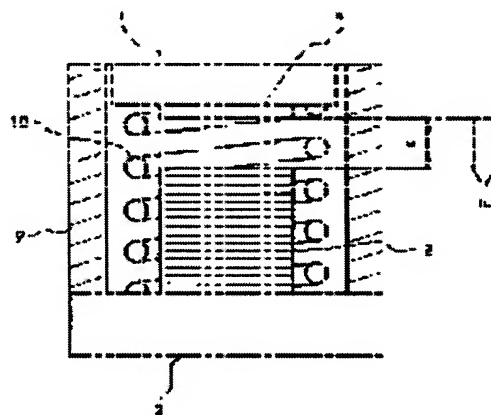
(72)Inventor : MASUDA HIROMITSU  
SATO TAICHI  
TANAKA KIHACHIRO

## (54) SPRING CONSTANT VARIABLE TYPE DAMPING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make it possible for damping in a wide range of vibration frequencies in avoiding any resonance by altering a spring constant in a vibration system and also any natural frequency, respectively.

**CONSTITUTION:** A load supporting coil spring 10 is set up in space between a damped body mounting part 1 and a damping device base 2, and further an electromagnet 3 is installed in the damping device base 2. In addition, a magnetic substance 4 is attached to the damped body mounting part 1. Control takes place from acceleration or the like of a damped body and an electric current is selectively impressed on the electromagnet 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-129487

(43)公開日 平成 6 年(1994) 5 月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

F 1 6 F 15/03

G 0 5 D 19/02

識別記号

庁内整理番号

A 9138-3 J

D 7314-3 H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 12 頁)

(21)出願番号

特願平4-273985

(22)出願日

平成 4 年(1992)10月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72)発明者 増田 広光

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 佐藤 太一

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 田中 基八郎

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

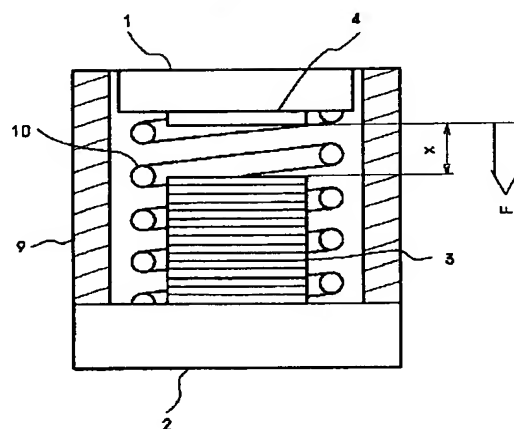
(54)【発明の名称】 ばね定数可変型制振装置

(57)【要約】

【目的】振動系のばね定数を変更し、固有振動数を変更することによって共振を回避し広い範囲の振動数において制振を可能にする。

【構成】被制振体取付部 1 と制振装置ベース 2 の間には荷重支持用のコイルスプリング 10 が配置され、さらに制振装置ベース 2 には電磁石 3 が取り付けられている。被制振体取付部 1 には磁性体 4 が取り付けられている。被制振体の加速度などから制御を行い電磁石 3 に選択的に電流を印加する。

図 1



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】被制振体取付部とベースとの間に置かれた荷重支持用の弾性部材と、前記ベースから前記被制振体取付部に向かって取り付けられた電磁石と、前記被制振体取付部に取り付けられた磁性体と、前記電磁石に選択的に電流を印加するための制御回路を有することを特徴とするばね定数可変型制振装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明はばね定数可変型制振装置に係り、特に、装置のばね定数を変更することによって共振を回避し、被制振体の振動を小さな値に保つことを実現する制振装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来、回転機構等振動が発生する原因を持つ装置を支える場合、それらの多くは単一のスプリングまたはゴム等の低剛性の弾性体により行われている。そうすることにより機械装置と支持部材によって定まる固有振動数を加振振動数に比べて小さな値とし、共振を避け振幅の増大を防いでいる。しかし、この場合、回転機械の起動時に共振点の通過が生じ、振動が大になる危険がある。さらに近年のモータ等のインバータ制御に伴い回転数が変化する場合がしばしばあり、共振を回避することはますます困難になってきている。

【0003】そこで、支持部材などのばね定数を変化させ系の固有振動数を変更し、共振を回避する試みが考えられてきている。このような例として、特許開昭62-83528号公報が挙げられる。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】上述の通り従来の制振装置のうちの多くは共振を避けるためのばね定数の変換機構を有していないため、振動源が広範囲の振動数で振動する場合または振動源の振動数があらかじめ特定できない場合は、被制振体は固有振動数で加振されたときに共振を生じる欠点があった。また、ばね定数の変換機構を有している場合についても、コイルスプリングの固定もしくは開放による変更等が用いられているが、この場合はばね定数が取りえる値は2種類のみであり、またばね定数の変更には機械的な動作が不可欠であるため応答性に問題がある。さらに、従来方式では共振状態の判断は振幅の大小により行われており、加振力が大きな場合に共振点以外で振幅が大になりばね定数の変更が行われる可能性があり、その場合は制振が有効に行われなため振幅が減少せず、よってばね定数の変更が繰り返し行われるといった不安定な挙動を示す可能性があった。

【0005】本発明の目的は、広範囲の加振振動数について被制振体の振動を小さな値に保つことが可能である制振装置を提供することにある。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解決す

るために、本発明のばね定数可変型制振装置は被制振体取付部とベースとの間に荷重支持用の弾性部材を有し、またベースには被制振体取付部に向かって電磁石が取り付けられ、被制振体取付部には電磁石に向かって磁性体取り付けられた構成とする。

**【0007】**

【作用】このような構成によれば、電磁石への電流の印加の有無により系全体のばね定数の変更が可能となり、そのため固有振動数の変更が可能となる。よって系の振動状態を判定し電磁石への電流の印加を制御すれば、共振を回避し広い加振振動数にわたって振動を小さな値に保つことが可能となる。またばね定数の変更は電磁石への電流の印加によって行われるため極めて短時間で変更可能であり、応答性が良い。さらにばね定数は、電流の量を制御することによってある範囲内で任意の値を取り得る。電磁石への電流の制御は、被制振体取付部の加速度などから共振状態を判別することによって行われる。

**【0008】**

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0009】図1は本発明の一実施例の断面図である。被制振体取付部1とベース2との間にコイルスプリング10が配置されている。ベース2には被制振体取付部1の側でコイルスプリング10の内側に電磁石3が取付けられている。さらに被制振体取付部1にはベース2の側に磁性体4が取付けられている。

【0010】このような構成で、電磁石への電流の印加の有無によって本発明の制振装置のばね定数が変更可能となる仕組みを説明する。図2は図1の電磁石3および磁性体4のギャップ長 $x$ に対する被制振体取付部1が受ける力 $F$ を表している。ここで本装置のばね定数は図2に示されている線図の傾きにより決まる。図2の*i*はコイルスプリング10の反力を示しており、*iii*は電磁石に電流が印加された場合の、電磁石4が磁性体5におよぼす吸引力を示している。電磁石に電流が印加されていない場合は、被制振体取付部におよぼされる力 $F$ はコイルスプリング10の反力のみであるので、系全体のばね定数は*i*の傾きによって示される。さらに電磁石に電流が印加された場合に被制振体取付部におよぼされる力 $F$ は電磁石による吸引力とばね部材の反力の合力であるから、ギャップ長 $x$ との関係は*i iii*に示すようになる。ここで*i*と*iii*の、 $F$ が0である中立点付近での傾きを比較すれば、*i*に比べて*iii*の方が傾きが小さく、すなわち、ばね定数が小さな値に変更されている。よって電磁石に電流を印加することによってばね定数を小さくし、固有振動数を変更することが可能となる。また、印加する電流の大きさによって電磁石4が発生する力の大きさは変化するので、ばね定数は二値だけでなくコイルスプリング10の剛性、電磁石3に印加可能である電流の大きさ等によって定まる範囲内で連続的に変更可能で

ある。

【0011】図1に示した実施例の制御系を含めたシステム概念図を図3に示す。制御部22は共振状態の判別を行う判別部23と電磁石3への電流の印加を行う駆動部24とによって構成されている。被制振体取付部1およびベース2には加速度センサ21a、21bがそれぞれ取り付けられている。ただし、後述のようにベースに取り付けられた加速度センサ21bは不要となる場合もある。これらにより検出される被制振体取付部の加速度信号およびベースの加速度信号は制御部22の判別部23に入力される。判別部23では、これらの信号から後述する方法で現在共振状態にあるか否かの判別を行う。さらに共振状態にあると判別した場合は信号を駆動部24に送る。駆動部24は信号を受信すると電磁石3への電流の印加の有無を反転する。すなわち、電流が印加されていない状態であれば電流を印加し、印加されている状態であれば電流の印加を停止する。そして再び信号を受信するまでその状態を保持する。このような作用によって、共振が生じる度にばね定数を変更し、それにより固有振動数を変更することによって広い振動数にわたって共振を回避し振幅を小さな値に保つことが可能となる。

【0012】次に共振状態の判別方法について示す。共振状態とは系の固有振動数が加振振動数と一致もしくは非常に近い値となり、振幅が増大した状態を指す。それゆえ共振状態の判別は、振幅が別に定めたある振幅レベルよりも大きいかどうかによって行われることが多い。しかし、この場合は、アンバランス等の加振力が大きく共振点以外で振幅が増大し基準値を超えてしまった場合に、実際には共振状態ではないのにもかかわらず共振状態と判断してしまう可能性がある。この判別方法を用いて固有振動数変換による制振を行った場合には、誤判断により発振してしまう可能性があり、この場合は制振は行われな。よって、振幅に代る共振状態の判別方法が必要となる。共振状態の判別方法は本発明の制振装置の適用先によって異なったものが用いられる。

【0013】免震装置等、設置部、すなわち、地盤が加振源となり被制振体すなわち免震装置上に設置された装置への振動の伝達を防ぎたい場合には、設置部から被制振体取付部への振動伝達率を共振の判別手段として用いる。この場合の判別部23の作用を説明する。判別部23では、二つの加速度センサ21a、21bによって検出され判別部23に入力される被制振体取付部の加速度およびベースの加速度の実効値がそれぞれ演算される。さらにこれらの値からベースの加速度の実効値に対する被制振体取付部の加速度の実効値の比を演算する。この値が振動伝達率である。振動伝達率をあらかじめ設定しておいた基準値と比較し、基準値を超えた場合に共振状態にあると判別し駆動部24に信号を送信する。

【0014】この場合について、広範囲の加振振動数に

対して共振が回避できることを示す。図4はこの系の振動特性を示している。図中Iは電磁石3に電流が印加されていない場合の振動特性を、IIは電流が印加されている場合の振動特性をそれぞれ表している。まず、電磁石3に電流が印加されていない状態から加振振動数を低振動数から高振動数に掃引した場合については、振動伝達率は図4のIに沿ってa→f→bの順に変化する。ここで共振状態の判別の基準値を図4に示した値に設定しておけば、図4のbに達したときに図3の判別部23は共振状態にあると判別し、駆動部24に信号を送る。信号を受信した駆動部24は電磁石3への電流の印加を開始する。このとき系の振動特性はIからIIに変化し振動伝達率はb→cに変化する。この後、振動伝達率はIIに沿うためc→dと変化する。

【0015】また、加振振動数を高振動数から低振動数に掃引した場合の振動伝達率は、初期状態が電磁石3に電流が印加されていない状態であるとすれば図4のIに沿うためe→fと変化する。fに達したときに判別部23が共振状態にあると判別し、駆動部24が電磁石3へ電流の印加を開始するため、振動伝達率はf→gと変化する。さらに加振振動数を掃引すれば、振動伝達率は図4のIIに沿って変化するためg→c→hと変化する。hに達したときに判別部23は再び共振状態にあると判別し、駆動部24は電流の印加を解除する。よって振動伝達率はh→iと変化する、その後i→aと変化する。このように、全ての振動数で共振を回避することが可能となる。

【0016】また、洗濯機等回転機構を内蔵する装置を制振する場合、すなわち被制振体が振動源を内蔵している場合は、アンバランス等が加振力となり被制振体を振動させる。このような被制振体の支持脚に本発明の制振装置を用い制振を行う場合には、被制振体の外部から振動が伝達するのではなく被制振体はその内部に振動源を持っているため前述の振動伝達率では共振の判別は不可能である。このような場合について、振動伝達率に相当するものには振幅倍率がある。振幅倍率とは、加振振幅に等しい力が静的に加重された場合に生じる変位に対する振動振幅の比によって表される値であり、振幅倍率を求めるためには加振力の測定が必要である。しかし、加振力を特定し測定するのは困難である。よってこの場合は、加振振動数が十分低い場合の振幅を参照信号として後述する方法により振幅倍率を求め、それを共振点の判別手段とする。ここで必要とする信号は被制振体の加速度のみであるのでベースに取り付けた加速度センサ21bは必要ない。

【0017】この場合の系の振動特性を図5、図6に示す。ここで図5は振幅倍率を、図6は加速度振幅をそれぞれ示している。このうち実際に検出されるのは図6の加速度振幅である。図5のIII、図6のVは電磁石3に電流が印加されていない場合の振動特性を示しており、

図5のIV、図6のVIは電流が印加されている場合を示している。図5のjの様に、電磁石3に電流が印加されていない場合の固有振動数に比べて十分小さい値の振動数で加振されている場合の振幅倍率はほぼ1に等しい。この点は図6のj'に対応している。j'における振動数および加速度振幅をそれぞれ $\alpha_0$ 、 $\omega_0$ とする。ここで加振力は回転数、すなわち振動数の二乗に比例し、また加速度振幅は加振力に比例しかつ振動数の二乗に比例することが知られている。よって振動数 $\omega$ の場合の振幅倍率は、このときの加速度振幅が $\alpha$ であれば、 $\omega$ 、 $\alpha$ および図6のj'の $\omega_0$ 、 $\alpha_0$ を用い、 $(\alpha/\alpha_0)/(\omega/\omega_0)^4$ を演算することによって得られる。

【0018】この場合の判別部23の作用を示す。判別部23では、判別部23に入力された被制振体の加速度信号から常時その加速度の振動数 $\omega$ および振幅 $\alpha$ を演算する。ここで回転機械の起動時等振動数が低振動数から高振動数に掃引されたときについて考える。振動数があらかじめ適切に設定された値 $\omega_0$ になったときに、その時点の加速度振幅 $\alpha_0$ を記憶する。この値 $\alpha_0$ 、 $\omega_0$ および検出された加速度信号より求められる $\alpha$ 、 $\omega$ から、振幅増幅率が前述の演算によって求められる。初期状態が電磁石3に電流が印加されていない状態であれば、振幅倍率は図5のIIIに従い $j \rightarrow p \rightarrow k$ の順に変化する。判別部23はあらかじめ設定された基準値を振幅倍率が超えたときに共振状態にあると判別し駆動部24に信号を送り、駆動部24により電磁石3に電流が印加される。これにより系のばね定数が変化し固有振動数が増え、振幅倍率は $k \rightarrow l$ と変化する。その後 $l \rightarrow m$ と変化する。さらに回転機構の停止時等加振振動数が高振動数から低振動数に掃引される場合について考えれば、回転機構の起動時の共振回避作用により停止開始時には電磁石へ電流が印加されているため、振幅倍率はIVに従い $m \rightarrow l \rightarrow n$ と変化する。nに達した時点で判別部23は共振状態にあると判別し、電磁石3への電流の印加が解除され振幅倍率は $n \rightarrow p$ と変化する。その後、 $p \rightarrow j$ と変化する。このように広い振動数にわたって共振を避け振幅を小さな値に保つことが可能となる。

【0019】また、系の固有振動数が、電磁石3に電流が印加された場合および印加されていない場合の双方について既知である場合には振動数により制振を行えばよい。この場合の制振装置の作用を図7に示した振動特性図を用いて説明する。図中VIIは電磁石3に電流が印加されていない場合の振幅倍率を、VIIIは印加されている場合の振幅倍率をそれぞれ示している。図から分かるように、VIIとVIIIの交点を境界として低振動数側では電磁石3への電流の印加を解除し高振動数側では電流を印加することによって良好な制振が可能となる。すなわち加速度センサ21aによって検出された被制振体取付部の加速度信号からその振動数を演算し、振動数とあらかじめ適切に設定しておいた基準振動数とを比較し被制振

体の振動数が基準振動数よりも小さければ電流を印加せず大きければ電流を印加するような制御系によって制振が可能となる。

【0020】このような制御系を用い加振振動数を低振動数から高振動数に掃引した場合について考える。まず加振開始時に電磁石3に電流が印加されていたとすれば、このときの加振振動数は基準振動数よりも小さいため電流の印加は解除される。その後振幅倍率はVIIに従い $q \rightarrow r$ と変化する。rに達した時点で振動数が基準振動数に達するため、制御部22の作用により電磁石への電流の印加が生じる。これにより系のばね定数が変更され、振幅倍率はVIIからVIIIに従うようになるため $r \rightarrow s$ に変化し、その後 $s \rightarrow t$ と変化する。加振振動数を高振動数から掃引した場合には、初期状態が電磁石に電流が印加されていない状態であった場合には即座に電流が印加され、振幅倍率はVIIIに従い $t \rightarrow s$ と変化する。ここで振動数が基準振動数に達した時点で制御部22は電磁石3への電流の印加を解除するため、振幅倍率は $s \rightarrow r$ と変化した後 $r \rightarrow q$ と変化する。このように広い振動数で共振を回避し振動を小さな値に保つことが可能となる。また、基準振動数は必ずしも電磁石3に電流を印加した場合の振幅倍率曲線VIIと印加していない場合の振幅倍率曲線VIIIの交点である必要はなく、その付近であれば十分な制振が可能となる。

【0021】このように、本発明の制振装置を適用する対象によって制御部22の判別部23を適宜変更することによって、広範囲の加振振動数において共振が回避され振幅を小さな値に保つことが可能となる。また、加速度センサによって検出された加速度からその振幅を求めることは実効値コンバータによって、振動数を求めることはFVコンバータによってそれぞれ行うことが可能である。また、各種基準値との比較についてもコンパレータによって実効可能である。よって制御部22については必ずしもマイコンなどを使用する必要はない。

【0022】図1に示した実施例について、被制振体取付部1に取り付けられている磁性体4は、永久磁石もしくは電磁石であってもよい。この場合は電磁石3に印加する電流を被制振体取付部2に対して斥力を働くような方向に印加することにより、ばね定数を大きくすることが可能となる。永久磁石を用いてばね定数を大とする場合の実施例を図8に示す。この場合の、ギャップ長xに対する被制振体取付部1及びベース2が受ける力Fの関係は図9に示す通りである。また、ベースに取り付けられた電磁石3の電流の向きを反転させることにより、より広範囲の固有振動数の変更が可能となり、より有効な制振が可能となる。

【0023】被制振体取付部1とベース2とを結合する部材はコイルスプリング3に限らず、それが支持する構造物の重量や環境などに適当な他の弾性体を用いてもよい。図10に弾性ゴム11を用いた実施例を、図11に

板ばね12を用いた実施例を、図12に弾性ゴムカバー13内に圧縮空気14を封入した空気ばねを用いた実施例をそれぞれ示す。

【0024】これまで示したばね定数の変換機構では、図2に示したギャップ長と力の関係から分かるように被制振体取付部が受ける力 $F$ が0である中立点が異なり、電流の印加の有無によって静的な変位が異なるため精密な位置決め等に用いることはできなかった。また、電流印加時に磁力が急激に入力されるため、系の過渡的な応答により振幅が増大してしまう可能性がある。系の過渡的な応答については電流を急激に印加するのではなく徐々に変化させることによって解決可能であるが、ばね定数の変化がゆるやかであるため応答性が悪く、また変化している際に加振振動数と系の固有振動数が一致し共振が生じてしまう可能性がある。

【0025】このような問題を解決する手段として、複数個の電磁石を層状に配置する方法がある。そのような装置のうち最も単純な例として、電磁石を二個用いた実施例を図13に示す。ベース2には筒状のカバー9が剛に取り付けられている。カバー9の内側には上下二つに分離させた電磁石3a、3bが取り付けられている。電磁石3a、3bはそれぞれ大きさ、材質、巻線の巻数および方向が等しくさらに二つの電磁石3a、3bの巻線は直列につながれている。よって電磁石3a、3bに印加される電流の大きさは等しく、このためそれぞれが作り出す電磁場も等しい。被制振体取付部1には電磁石3a、3bに開けられた貫通孔31a、31bについて摺動自在である連結棒30が取り付けられている。連結棒30には、電磁石3a、3bの間に配置された磁性体4が取り付けられている。被制振体取付部1とカバー9の間にはコイルスプリング10が配置されている。

【0026】磁性体4と電磁石3bの間のギャップ長 $x$ に対する被制振体取付部が受ける力 $F$ の関係を図14に示す。ここでviiはコイルスプリング3に起因する力を、viiiは電磁石3aに起因する力を、ixは電磁石3bに起因する力をそれぞれ表している。 $x$ はviiiおよびixの合成力を表している。 $x$ から分かるように電磁石3a、3bの起因する力の合成力は電流が印加されている場合についても0となる点がある。この点をコイルスプリング10に起因する力の中立点と一致させれば全ての合力はxiに表される。

【0027】図1に示した実施例と同様に、この場合についても電磁石3a、3bへの電流の印加の有無によってばね定数の変更が可能となる。さらにこの場合は電流が印加された場合とされない場合について中立点の変化がない。よって静的な位置変化も生じない。さらに電流の印加の切り替えをこの中立点で行えば、力の急激な変化も起こらないため振幅が増大することもなく、さらに応答性は依然として良いままである。

【0028】磁性体4は永久磁石または電磁石であって

もよい。この場合、電流の向きを調節することによって電磁石に起因する力を斥力にすることにより、ばね定数を大きくすることが可能となる。さらに電流の向きを反転させることにより、より広範囲の固有振動数の変更が可能でありより効果的な制振が可能となる。また、電磁力を斥力のみで使用する場合はコイルスプリングなどの弾性体は必ずしも必要ではない。

【0029】コイルスプリング10は弾性ゴム、板ばね等コイルスプリング以外の弾性体でも良い。また、弾性体の位置についても被制振体取付部1とカバー9の間にある必要はなく、電磁石3a、3bと磁性体4の間に配置されていても良い。

【0030】また、少なくとも二個の磁性体の間に電磁石を配置することによって図13に示した実施例と同様な装置を実現できる。このような装置のうち最も単純な例として、磁性体を二個利用した実施例を図15に示す。ベース2にカバー9が取り付けられており、さらにカバー9の内側に電磁石3が取り付けられている。電磁石3には貫通孔が開けられている。被制振体取付部1の電磁石3の側には磁性体4aが取り付けられており、さらに磁性体4aには連結棒30が電磁石3の貫通孔について摺動自在になるように取り付けられている。連結棒14の先端には磁性体4bが取り付けられる。磁性体4bとベースとの間にはコイルスプリング10が配置される。

【0031】被制振体取付部1およびベース2が磁性体4a、4b、電磁石4などを介して受ける力 $F$ は、図13に示した実施例と同様であり、図14に示したようになる。よって、この場合についても電流の印加の有無によりばね定数を変更することが可能である。さらに電磁石に電流が印加されていない場合の反力0の点と印加された場合の反力0の点を一致させることによって、中立点の変化がなく過渡応答による振幅の増大もないような制振が可能となる。

【0032】図13に示した実施例と同様に、磁性体4a、4bは永久磁石または電磁石で構わない。この場合は、電磁石が斥力を発生するような方向に電流を印加することによりばね定数を増大させることが可能である。また電流の方向を反転させることにより、より大きなばね定数の変更が可能となりより有効な制振が可能となる。また磁性体の代りに永久磁石もしくは電磁石を用いた場合で磁力として斥力のみをしようした場合についてはコイルスプリング10等の弾性体は必ずしも必要でない。

【0033】コイルスプリング10は板ばね、弾性ゴム等の弾性体でもよい。また、それら弾性体は必ずしも磁性体4bとベースの間に配置される必要はなく、電磁石3と磁性体4aの間もしくは電磁石3と磁性体4bの間もしくはそれらのうち複数の個所に配置されれば良い。

【0034】本発明の制振装置は、振動源を持つ機械装

置の支持脚、振動を外部から受ける機械装置の支持脚、衝撃力を受ける装置の緩衝装置など、対象物を選ばず広い製品に適用可能である。

【0035】例として本発明の制振装置を洗濯機に適用した例を示す。図16には全自動洗濯機60が示されている。外枠61の内側には外槽62があり、外槽62は吊り棒63を介して外枠61に牽引される。外層62の内側には同心位置に内槽64があり、その底面にはパルセータ65が備わっている。外槽62に取り付けられたクラッチケース66には切り替えスイッチとブレーキ装置とが内装されている。

【0036】洗濯時にはクラッチケース66内の切り替えスイッチおよびブレーキ装置により内槽を固定しパルセータを回転させる。脱水時には切り替えスイッチを切り替えることによりモータ67の駆動力をプーリ68、ベルト69を介して内槽に伝え、内槽を回転させる。このとき衣類等の片寄り等によるアンバランスにより内槽が外槽と共に振動する。この振動が吊り棒63を介して外枠61に伝わり、さらに設置部70に伝わる。これにより騒音が発生する。

【0037】これを減少させるには支持部などの剛性を調節し共振を避けることが必要であり、好ましくは固有振動数を加振振動数、すなわち、内槽の回転数よりも小さくすることが有効である。しかしこのようにした場合、回転始動時に危険速度を通過することになり振動の増大は避けられない。さらに近年の家電製品のインバータ化によりモータの回転数が可変となる場合もあり、共振を避けることがますます困難になってきている。

【0038】そこで本発明の制振装置を用いてこの問題を解決する。まず吊り棒の先端の外槽を支持している部分であるが、従来コイルスプリング単体であるものを図16にあるように本発明の制振装置50を適用し、振動伝達率を基にばね定数を切り替えることによって振動が外枠61に伝わることを防ぐ。さらに洗濯機の支持脚に本発明の制振装置51を適用し、洗濯機60全体の振動を抑制することを可能にする。

【0039】次に本発明をエアコン等の冷凍機に用いられるコンプレッサに適用した例を図17に示す。コンプレッサ81は一般に、振動をその設置部に伝達させないために非常に柔らかな弾性ゴムによって支持されている。しかしその起動時には大振動の振動が発生してしまうために吸い込み側パイプ82および吐出側パイプ83に大応力が生じ、破損してしまう危険があった。そこで図17に示したように、支持脚に本発明の制振装置を適用することによってばね定数を可変とし、起動値のみにばね定数を大きくし、定常運転時にはばね定数を小さな値にすることによって常に振動を小さな値とすることを可能とする。

【0040】さらに配管系に適用した例を図18に示

す。配管系は機械装置からの振動の伝播、配管内部の流体の影響、配管外側の流体の影響などで共振を生じ、大振幅で振動する場合がある。この場合、騒音を発生させさらには配管の破損を招く可能性がある。そこで本発明の制振装置53を図18にあるように配管91の曲がり部に設置し、系の特性を変化させ共振を避ける。さらに配管を本発明の制振装置54を介して剛体92に設置することも制振には有効である。

【0041】

【発明の効果】本発明は、被制振体取付部の加速度等から共振状態を判別し、共振が発生していると判別したときに被制振体取付部とベースとの間に配置された電磁石への電流の印加の有無を変更する、すなわち、電流が印加されていない状態であれば印加し、電流が印加された状態であれば印加を解除することにより系全体のばね定数を変更し、それにより固有振動数を変更することによって、共振を回避し広範囲の振動数について振幅を増大させないことを可能とする。よって本発明が適用された装置は、共振を回避し振動を小さな値に保ち、騒音や破損等の振動が原因である数多くの問題を解決することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す縦断面図。

【図2】図1に示した実施例のギャップ長と力の特性図。

【図3】本発明のシステムのブロック図。

【図4】本発明の実施例の振動数と振動伝達率の特性図。

【図5】本発明の実施例の振動数と振幅倍率の特性図。

【図6】本発明の実施例の振動数と振幅の特性図。

【図7】本発明の実施例の振動数と振幅倍率の特性図。

【図8】他の実施例を示す縦断面図。

【図9】図5に示した実施例のギャップ長と力の特性図。

【図10】他の実施例を示す縦断面図。

【図11】他の実施例を示す縦断面図。

【図12】他の実施例を示す縦断面図。

【図13】他の実施例を示す縦断面図。

【図14】図14に示した実施例のギャップ長と力の特性図。

【図15】他の実施例を示す縦断面図。

【図16】本発明が適用された洗濯機を示す縦断面図。

【図17】本発明が適用されたコンプレッサを示す正面図。

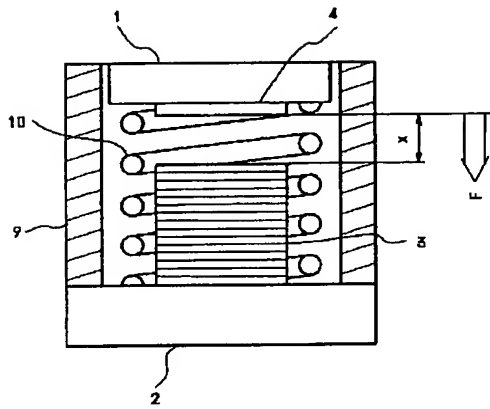
【図18】本発明が適用された配管系を示す正面図。

【符号の説明】

1…被制振体取付部、2…ベース、3…電磁石、4…磁性体、9…カバー、10…コイルスプリング。

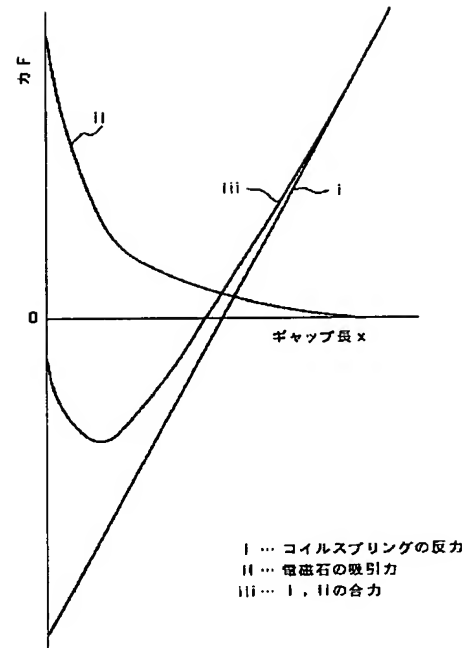
【図1】

図 1



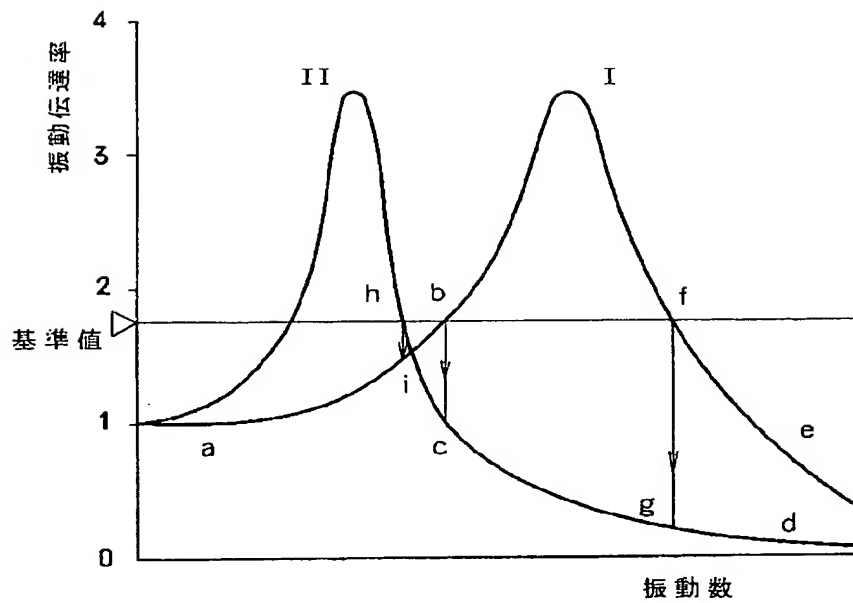
【図2】

図 2



【図4】

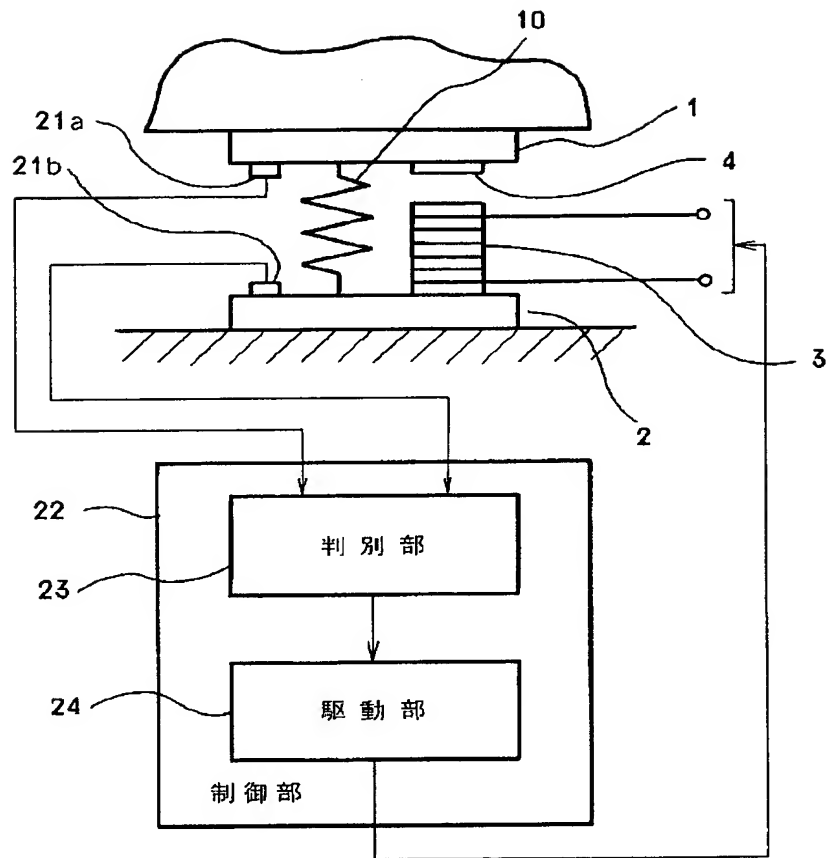
図 4





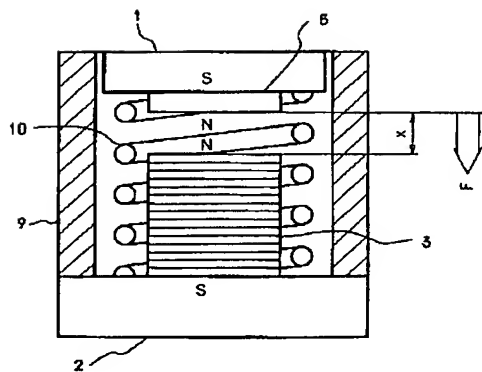
【図3】

図 3



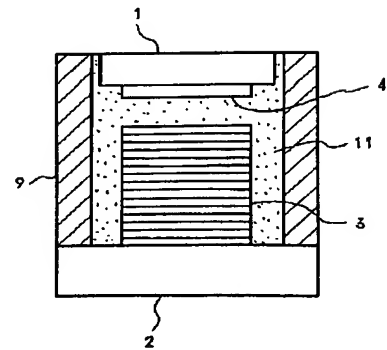
【図8】

図 8



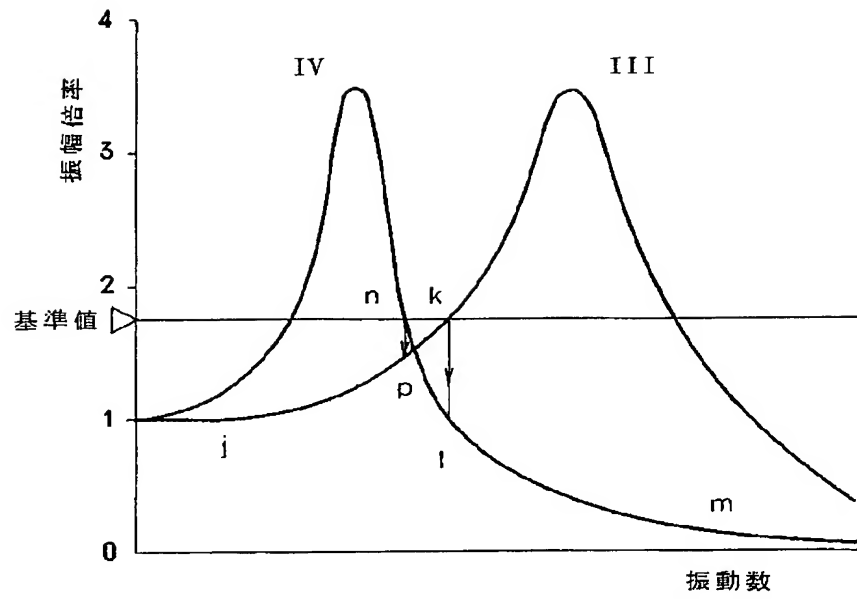
【図10】

図 10



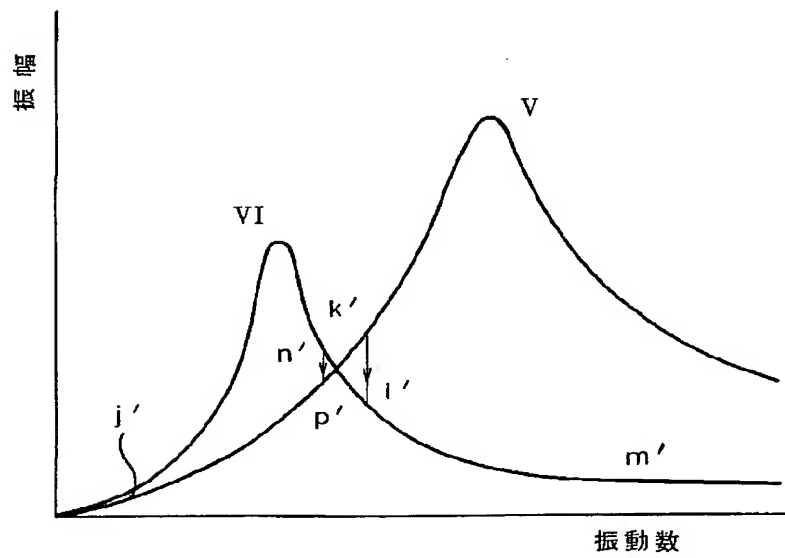
【図5】

図 5



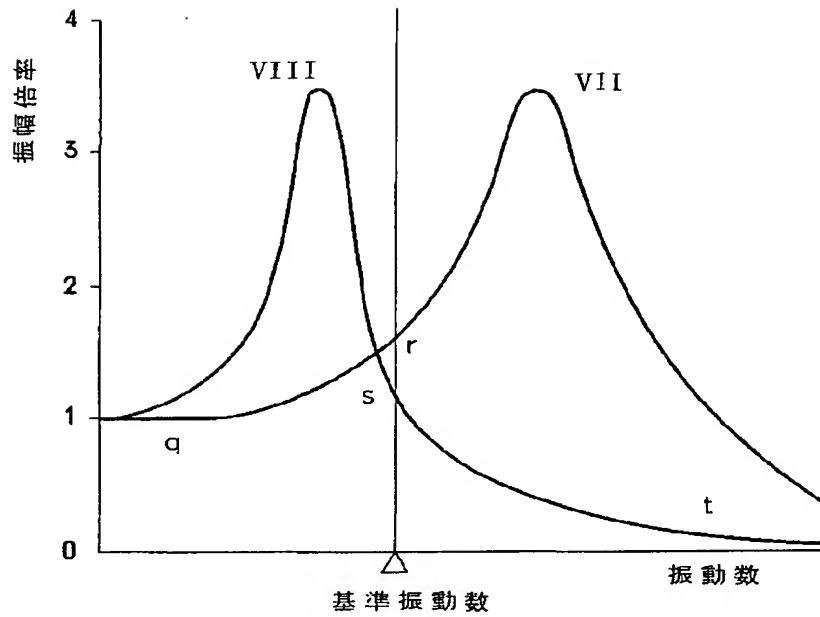
【図6】

図 6



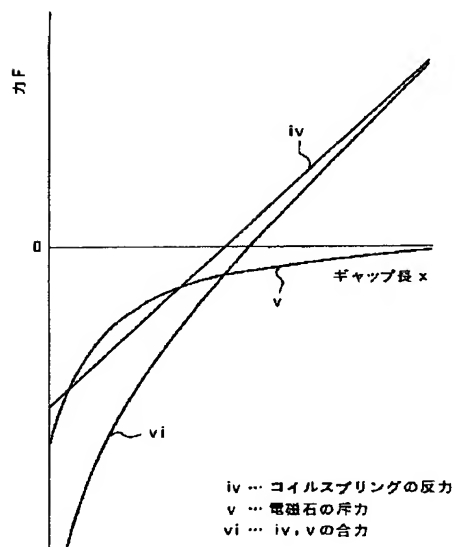
【図7】

図 7



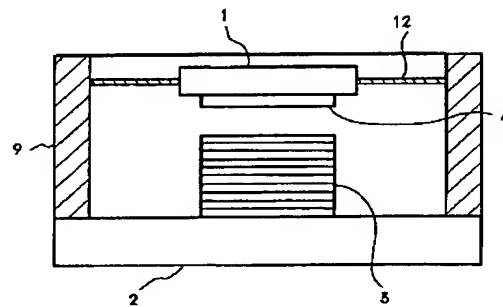
【図9】

図 9



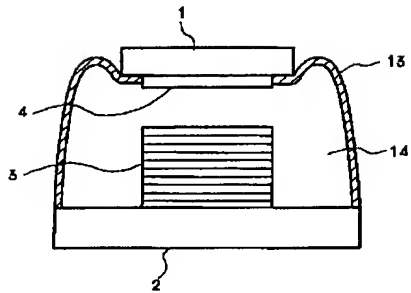
【図11】

図 11



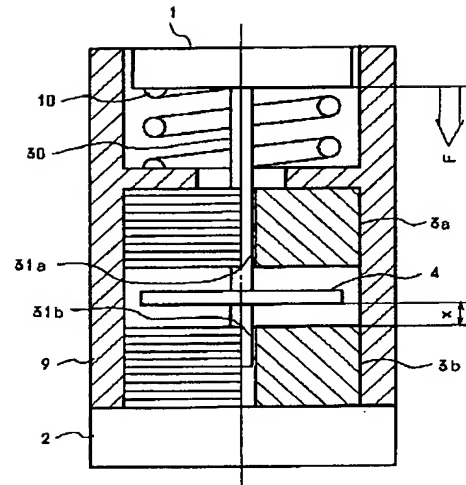
【図12】

図 12



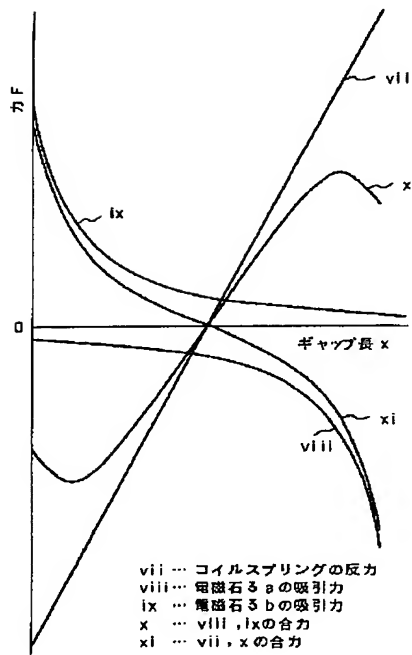
【図13】

図 13



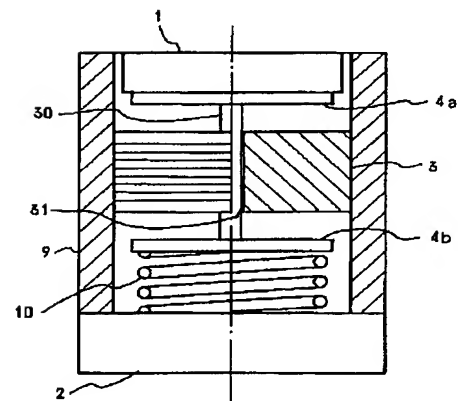
【図14】

図 14



【図15】

図 15





# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-312715

(43)Date of publication of application : 26.11.1996

(51)Int.Cl. F16F 15/02  
F16F 15/04  
G05D 19/02  
G12B 9/08  
H01L 21/027

(21)Application number : 07-146869

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 23.05.1995

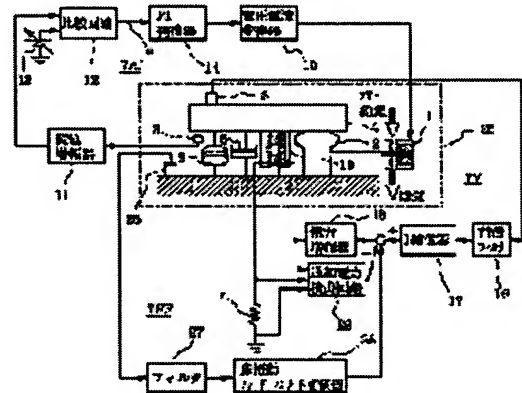
(72)Inventor : WAKUI SHINJI  
MAYAMA TAKEHIKO

## (54) VIBRATION CONTROLLER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To facilitate adjustment at lower costs by receiving an output signal of a second acceleration sensor, generating a signal for decreasing or eliminating the effect of vibration of a floor to vibration of a vibration eliminator stand, and forward feeding the signal to a forward stage of a power amplifier.

**CONSTITUTION:** Counter electromotive force to be generated on a voice coil motor 19 is detected by a counter electromotive force detecting circuit 29 by taking voltage on both ends of the voice coil motor 19 and voltage in which the electrified current is detected as input signals. Vibration of a floor on which a vibration eliminator stand 4 is to be installed is measured by a second acceleration sensor 26, and the output signal of the second acceleration sensor 26 is filtered by a filter 27. A signal for decreasing or eliminating the effect of vibration of the floor to vibration of the vibration eliminator stand 4 is generated by a floor vibration feed forward compensator 28 after receiving the output signal of the filter 27. This signal is fed forward to a forward stage of a power amplifier 18, so as to drive the voice coil motor 19.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.04.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]